



สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เรื่องเล่า ของวิทยาศาสตร์

ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์
และการสื่อสารวิทยาศาสตร์กับสังคมไทย



ดร.ชลิดา จุงพันธ์

หนังสือที่ได้รับทุนสนับสนุนการเขียนตำราจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2563

เรื่องเล่าของวิทยาศาสตร์

ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์

และการสื่อสารวิทยาศาสตร์กับสังคมไทย

โครงการหนังสือวิชาการที่น่าพิมพ์ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ให้จัดพิมพ์และจำหน่ายในราคาเย่อเยา



ถ่ายเอกสารแทนการใช้หนังสือ
คือการทำลายภูมิปัญญาสร้างสรรค์

เรื่องเล่าของวิทยาศาสตร์

ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์

และการสื่อสารวิทยาศาสตร์กับสังคมไทย

ดร.ชลิดา จุงพันธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

2566

หนังสือที่ได้รับทุนสนับสนุนการเขียนตำราจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2563

ชลิดา จุงพันธ์.

เรื่องเล่าของวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์
และการสื่อสารวิทยาศาสตร์กับสังคมไทย.

1. วิทยาศาสตร์. 2. วิทยาศาสตร์-แ่งสังคม-ไทย. 3. การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์.

Q158.5

ISBN 978-616-314-998-5

ISBN (E-BOOK) 978-616-602-008-3

ลิขสิทธิ์ของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลิดา จุงพันธ์

สงวนลิขสิทธิ์

ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 1 เดือนมีนาคม 2566

จำนวน 200 เล่ม

ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เดือนพฤษภาคม 2566

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดยสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ท่าพระจันทร์: อาคารธรรมศาสตร์ 60 ปี ชั้น U1 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ถนนพระจันทร์ กรุงเทพฯ 10200 โทร. 0-2223-9232

ศูนย์รังสิต: อาคารโดมบริหาร ชั้น 3 ห้อง 317 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอลำลูกหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

โทร. 0-2564-2859-60 โทรสาร 0-2564-2860

<http://thammasatpress.tu.ac.th>, e-mail: unipress@tu.ac.th

พิมพ์ที่โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

แบบปก: กมลวิช ลาวัลย์

ราคาเล่มละ 340.- บาท

สารบัญ

คำนำ	(7)
บทที่1 แนวคิดและปรัชญาวิทยาศาสตร์	1
บทที่2 การคิดเชิงวิทยาศาสตร์	31
บทที่3 วิทยาศาสตร์แท้ วิทยาศาสตร์เทียม	77
บทที่4 บทบาทของวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาของโลกตะวันตก	99
บทที่5 วิทยาศาสตร์กับวัฒนธรรมและสังคมไทย	117
บทที่6 นโยบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในสังคมไทย	159
บทที่7 หลักการสื่อสารวิทยาศาสตร์	195
บทที่8 การถ่ายทอดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทต่าง ๆ ของสังคม	235
บรรณานุกรม	275
ดัชนี	291

คำนำ

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแนวคิดที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ การพัฒนาและการดำเนินนโยบายต่าง ๆ ในสังคมมาอย่างยาวนาน อิทธิพลของแนวคิดและการพัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์ทำให้ปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาไปอย่างรวดเร็วหน้าแต่ในขณะเดียวกันก็มีผู้คนจำนวนมากที่พยายามนำความเป็นวิทยาศาสตร์และความน่าเชื่อถือของวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับผลิตภัณฑ์หรือสินค้าบางอย่างของตนเองจนกลายเป็นที่มาของวิทยาศาสตร์เทียมที่นำมาซึ่งผลกระทบจำนวนมากต่อผู้บริโภค การเกิดขึ้นของวิทยาศาสตร์เทียมทำให้เกิดผลกระทบด้านลบในสังคมหลากหลายเหตุการณ์ดังนั้นการเข้าใจแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการรู้เท่าทันวิทยาศาสตร์ตลอดจนการเผยแพร่และสื่อสารวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง การส่งเสริมให้เกิดการรู้เท่าทันและการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลายลักษณะ scientific literacy ซึ่งสนใจเรื่องความสามารถของผู้เรียนในการตัดสินใจประเด็นทางวิทยาศาสตร์ในสังคมโดยใช้ฐานความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ตนเองมีอยู่ หรือส่งเสริมให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science) ซึ่งให้ความสำคัญกับมุมมองที่มีต่อวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคมอีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถส่งเสริมทักษะการโต้แย้ง (argumentation skills) และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (scientific reasoning) ไปจนถึงการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) ยิ่งไปกว่านั้นการทำงานสื่อสารวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องตามข้อเท็จจริงก็ยังเป็นอีกหนทางหนึ่งที่ช่วยเผยแพร่ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ได้อย่างดียิ่ง

ความสำคัญของการรู้เท่าทันวิทยาศาสตร์ตลอดจนการเข้าใจหลัก การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องจึงนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการแก้ไข ปัญหาดังกล่าว ด้วยความสำคัญของประเด็นดังกล่าวไปข้างต้นจึงทำให้ วรรศ.334 แนวทางการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (LSE 334 Approach to enhancing Scientific and Mathematical Literacy) ถูกจัดให้เป็นรายวิชาหนึ่งของนักศึกษาในหลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต สาขา วิทยาการการเรียนรู้ คณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อให้นักศึกษา ทุกคนในหลักสูตรสามารถเท่าทันการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ เป็น รายวิชาพื้นฐานสำหรับนักศึกษาที่สนใจจะศึกษาต่อด้านการจัดการกระบวนการ เรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และการสื่อสารวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาในรายวิชาศาสตร์และศิลป์แห่งการเรียนรู้ (LSI 601 The Arts and Sciences of Learning) ในหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา วิทยาการการเรียนรู้ และนวัตกรรมการศึกษาเพื่อเป็นองค์ความรู้พื้นฐานให้กับ นักศึกษาระดับปริญญาโทของคณะที่สนใจทำงานวิจัยด้านการสื่อสาร และการ จัดกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย

อย่างไรก็ดีเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจการคิดเชิง วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์กับสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์ความรู้เกี่ยวกับการ สื่อสารวิทยาศาสตร์ในสังคมไทยยังมีอยู่ค่อนข้างน้อย การทำงานด้านการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ในสังคมไทยยังเป็นเรื่องใหม่ และยังไม่มีผู้ใดรวบรวมองค์ความรู้ อย่างจริงจัง ดังนั้นการจัดทำเอกสารฉบับนี้จึงจะกลายเป็นองค์ความรู้พื้นฐาน ที่มีความสำคัญยิ่ง และจะเป็นประโยชน์ยิ่งต่อนักศึกษาในหลักสูตร และผู้ที่ สนใจทำงานประเด็นดังกล่าวต่อไปในอนาคตด้วยความสนใจวิทยาศาสตร์ทั้งใน ฐานะของการเป็นนักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งที่ศึกษาเรื่องราวในประวัติศาสตร์ และ ผู้ที่ทำหน้าที่จัดการกระบวนการเรียนรู้ ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะ

ทำให้ผู้คนสามารถมองเห็นแง่มุมต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ทั้งในแง่ประวัติศาสตร์
วิธีคิด ความเกี่ยวข้องกับสังคม และความงามของวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนมาก
ยิ่งขึ้น เพื่อให้เรื่องราวของวิทยาศาสตร์ถูกบอกเล่าสืบไปในทุก ๆ พื้นที่ของ
สังคม

ดร.ชลิตา จุงพันธ์

คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

29 ธันวาคม 2565

บทที่ 1

แนวคิดและปรัชญาวิทยาศาสตร์



บทที่ 1

แนวคิดและปรัชญาวิทยาศาสตร์

ประเด็นสำคัญ

ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับประวัติศาสตร์และที่มาของแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งกลายมาเป็นปรัชญาวิทยาศาสตร์ พัฒนาการของปรัชญาวิทยาศาสตร์ในช่วงเวลาต่าง ๆ ของประวัติศาสตร์โลก โดยมีเค้าโครงเนื้อหาในบทที่ 1 ดังนี้

- 1.1 มนุษย์กับการแสวงหาความรู้
- 1.2 ความหมายและการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 วิทยาศาสตร์ในเส้นทางประวัติศาสตร์โดยสังเขป

มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเฉพาะตัวอันเป็นเอกลักษณ์ที่ทำให้แตกต่างจากสัตว์ชนิดอื่น ๆ หลายประการ ลักษณะเฉพาะที่สำคัญประการหนึ่งของมนุษย์คือวิธีการคิดที่เต็มไปด้วยความสงสัย การพยายามหาเหตุผล และการใช้จินตนาการเพื่ออธิบายเรื่องราวต่าง ๆ รอบตัวให้อยู่ในรูปแบบที่ตนเองสามารถทำความเข้าใจได้ ความสงสัยและจินตนาการของมนุษย์มีต่อทุกสิ่งรอบตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสงสัยใคร่รู้ที่มีต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติที่ตนเองไม่อาจควบคุมหรืออธิบายได้ เช่น เรื่องราวของดวงดาวที่อยู่บนท้องฟ้า ปรากฏการณ์ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า ฝนตก น้ำท่วม ภัยธรรมชาติ ฯลฯ ความสงสัยใคร่รู้ การพยายามหาเหตุผล และความสามารถในการใช้จินตนาการของมนุษย์ทำให้เกิดศาสตร์ต่าง ๆ ขึ้นเป็นจำนวนมาก รวมทั้งวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นศาสตร์ที่มีผู้นิยามว่าเป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาเรื่องราวที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยเฉพาะ การเกิดขึ้นของแนวคิดและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่เกิดองค์ความรู้นี้เท่านั้น หากแต่ยังทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงหลายประการต่อวิธีการมองโลก และการใช้ชีวิตของมนุษย์ ดังนั้นเพื่อให้เห็นภาพอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมนุษย์อย่างชัดเจน เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการมองโลกของมนุษย์ในช่วงเวลาต่าง ๆ ตั้งแต่ก่อนการเกิดขึ้นของวิทยาศาสตร์จนถึงช่วงเวลาที่ยุทธศาสตร์กำเนิดขึ้น นอกจากนั้นยังจะอธิบายลงรายละเอียดไปถึงพัฒนาการของวิทยาศาสตร์ในช่วงเวลาต่าง ๆ และอธิบายไปจนถึงวิธีการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นฐานคิดสำคัญของวิธีคิดแบบวิทยาศาสตร์ด้วย

1.1 มนุษย์กับการแสวงหาความรู้

มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีสมองเป็นอวัยวะสำคัญในการดำรงชีวิต สมองของมนุษย์มีขนาดใหญ่ และมีพื้นที่สำหรับทำงานด้านต่าง ๆ อย่างเป็นเอกลักษณ์ ศักยภาพของสมองทำให้มนุษย์มีความโดดเด่นอย่างมากในเรื่องการใช้ความคิดที่มีลักษณะซับซ้อน มีวิธีการคิดอย่างหลากหลาย มีความยับยั้งชั่งใจ ในการกระทำพฤติกรรมต่าง ๆ และมีความคิดในการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆ มาโดยตลอด ยิ่งไปกว่านั้น มนุษย์ยังมีศักยภาพในการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ อยู่เสมอ ความสนใจแสวงหาความรู้ของมนุษย์ทำให้เกิดวิธีคิดแบบต่าง ๆ รวมทั้งวิธีคิดแบบวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นมาในที่สุด เพื่อให้เข้าใจวิธีคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นจำเป็นต้องเข้าใจวิธีการแสวงหาความรู้ที่มนุษย์มักจะเลือกใช้ก่อน นักวิชาการหลายคนจึงแบ่งประเภทของการแสวงหาความรู้ของมนุษย์ออกเป็นหลายลักษณะ ดังตารางที่ 1.1

วิธีการแสวงหาความรู้ของมนุษย์มีหลากหลายรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 1.1 เหตุผลที่ทำให้มนุษย์สามารถแสวงหาความรู้ได้หลายรูปแบบอาจเนื่องมาจากมนุษย์มีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ และสิ่งแวดล้อมรอบตัวอย่างใกล้ชิดในฐานะแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งพลังงานเช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลกใบนี้ แต่ความแตกต่างสำคัญระหว่างมนุษย์กับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ คือ สิ่งแวดล้อมไม่ได้มีความสำคัญแค่เป็นประโยชน์หรือโทษเท่านั้นหากแต่ยังมีความหมายและนัยสำคัญกับชีวิตในลักษณะอื่น ๆ ต่อมนุษย์อีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งความหมายในระดับจิตวิญญาณ ยิ่งไปกว่านั้น มนุษย์ยังมีความช่างสงสัย การใส่ใจตั้งคำถาม และมีจินตนาการอันกว้างไกล ดังนั้นคำอธิบายของมนุษย์ต่อเรื่องต่าง ๆ จึงเต็มไปด้วยเรื่องราวและคำอธิบายเป็นจำนวนมากที่มีความแตกต่างกันออกไป

ตารางที่ 1.1 ประเภทของการแสวงหาความรู้ของมนุษย์ (ธีระพล เกรียงพันธุ์, 2563)

Yavaprabhas, (2001: 2-5)	Pierce (1955, อ้างถึงใน Kerlinger, 1973: 5)
1. Authoritarian mode หมายถึง การถามไถ่ผู้รู้ การแสวงหาความรู้ลักษณะนี้เป็นวิธีการที่อิงกับตัวบุคคลที่มีความน่าเชื่อถือ วิธีการแสวงหาความรู้แบบนี้มีมาตั้งแต่สมัยโบราณ และมีความสัมพันธ์กับบริบทค่อนข้างสูง เช่น ศาสตร์ด้านการผ่าตัด ศัลยแพทย์ย่อมเป็นผู้ที่มีความเชื่อถือนี้อีกกว่าแพทย์สาขาอื่น ๆ ในขณะที่สังคมชนเผ่าหัวหน้าเผ่า หรือผู้อาวุโสในเผ่าจะเป็นผู้มีอิทธิพลทางความคิด การแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการนี้จึงทำให้องค์ความรู้มีความไม่แน่นอนสูง ไม่เป็นสากล และขึ้นกับตัวบุคคลเป็นสำคัญ วิธีการแสวงหาความรู้ลักษณะนี้มักจะเป็นความ เป็นสำนึก และมีความเป็นศิษย์อาจารย์ที่ชัดเจน ให้ความสำคัญกับสถานะของบุคคลค่อนข้างสูง	1. Method of tenacity หมายถึง ความรู้ต่าง ๆ เกิดขึ้นมาตามความเชื่อของแต่ละบุคคล ความจริงที่ปรากฏขึ้นจึงเป็นความจริงเฉพาะบุคคล ความจริงของคนหนึ่งอาจจะเป็นความจริงสำหรับอีกคนก็ได้ ความรู้หรือความจริงลักษณะนี้จึงไม่มีความเป็นสากล และมีความไม่แน่นอนสูงมาก

ตารางที่ 1.1 ประเภทของการแสวงหาความรู้ของมนุษย์ (ธีระพล เกรียงพันธุ์, 2563)
(ต่อ)

Yavaprabhas, (2001: 2-5)	Pierce (1955, อ้างถึงใน Kerlinger, 1973: 5)
2. Mythical mode หมายถึง การเชื่อ สิ่งลึกลับเหนือธรรมชาติ การแสวงหา ความรู้ลักษณะนี้จะอิงแอบอยู่กับสิ่งที่ ไม่สามารถมองเห็นหรืออธิบายได้ เช่น เทพเจ้า สิ่งลึกลับที่ไม่ต้องการการพิสูจน์ การแสวงหาความรู้รูปแบบนี้จะ แสดงออกในรูปของพิธีกรรม การบูชา การทรงเจ้า โดยไม่ต้องอิงกับตรรกะ หรือเหตุผลใด ๆ บางกรณีจำเป็นต้อง ใช้บุคคลที่มีความพิเศษเพื่อสื่อสารต่อ สิ่งลึกลับเหล่านั้น	2. Method of authority หมายถึง ความจริงหรือความรู้ที่ได้รับการสร้าง ขึ้นมาด้วยสังคม ประเพณี หรือผู้รู้ ความรู้หรือความจริงจะเป็นที่ยอมรับ ก็ต่อเมื่อสังคมบอกว่าสิ่งนั้นคือความรู้ ดังนั้น กลไกหรือการยอมรับจากสังคม จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเกิดขึ้น ของความรู้ หรือความจริง
3. Rationalistic mode หมายถึง การ ใช้เหตุผล วิธีการแสวงหาความรู้ลักษณะ นี้เกิดขึ้นจากการสังเกต การพิจารณา ที่มาที่ไปของสิ่งต่าง ๆ ความเชื่อมโยง ต่อเนื่อง และพิจารณาจากกฎเกณฑ์ ที่เป็นข้อบังคับให้ปฏิบัติตาม ไม่ เกี่ยวข้องกับบุคคล ตัวอย่างการ แสวงหาความรู้ลักษณะนี้ เช่น กฎทาง คณิตศาสตร์	3. A priori method หมายถึง ความรู้ ที่เกิดมาจากความรู้แจ้ง (intuition) โดยต้องเป็นความรู้ที่อยู่บนหลักของ เหตุผลด้วย

ตารางที่ 1.1 ประเภทของการแสวงหาความรู้ของมนุษย์ (ธีระพล เกรียงพันธุ์, 2563)
(ต่อ)

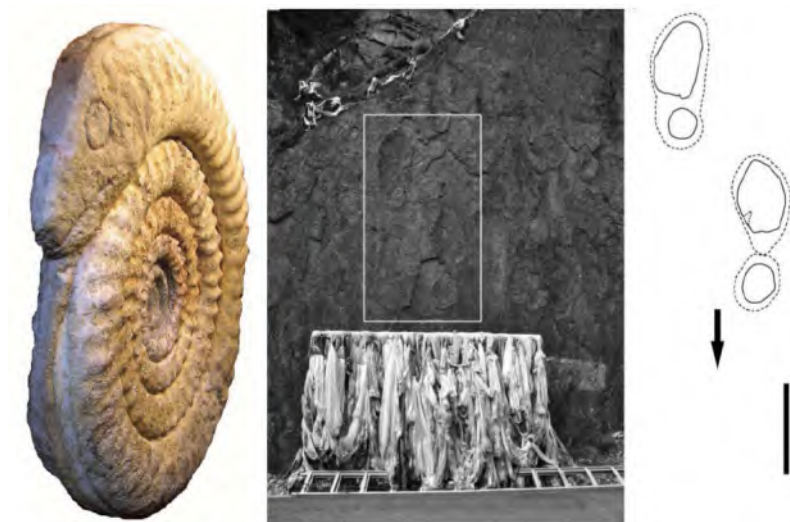
Yavaprabhas, (2001: 2-5)	Pierce (1955, อ้างถึงใน Kerlinger, 1973: 5)
4. Scientific mode หมายถึง การใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการที่มีการใช้ทั้งเหตุผล และแสดงหลักฐานที่เกิดจากการทดลองเชิงประจักษ์ (empirical experiment) เข้าแล้ว เข้าเล่า จนกระทั่งได้คำตอบที่เป็นที่ยอมรับ แน่นนอน ชัดเจน โดยไม่อ้างอิงกับตัวบุคคลแต่อ้างอิงวิธีการได้มาซึ่งความรู้เป็นหัวใจสำคัญ	4. Method of science หมายถึง วิธีการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เน้นหลักฐานเชิงรูปธรรม มีการทดสอบเชิงประจักษ์ มีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดเป็นทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับ หลีกเลี่ยงการใช้คำนิยาม ความเชื่อ และความคิดเห็นของบุคคลในการได้มาซึ่งความรู้ต่าง ๆ

แม้วิธีการแสวงหาความรู้ของมนุษย์จะมีหลากหลายลักษณะ แต่เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่หนังสือเล่มนี้ให้ความสำคัญ ในที่นี้จึงขอยกตัวอย่างการอธิบายเรื่องราวรอบตัวของมนุษย์ผ่านตัวอย่างคำอธิบายเกี่ยวกับการค้นพบกระดูกสัตว์ขนาดใหญ่ที่เรียกโดยทั่วไปในปัจจุบันว่า ซากดึกดำบรรพ์ (fossils) ผ่านวิธมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ และวิธีการมองโลกแบบอื่น ๆ เพื่อให้เห็นความแตกต่าง และเห็นตัวอย่างองค์ความรู้ที่เกิดจากวิธีคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากวิธีคิดแบบอื่นอย่างชัดเจน โดยมีตัวอย่างดังนี้

1. ซากดึกดำบรรพ์ในฐานะ งูหิน มังกร ดอกบัว และสิ่งศักดิ์สิทธิ์

ศุภวิชย์ ถาวรบุตร (2562: 25) กล่าวว่า สังคมมนุษย์ในสมัยโบราณมีลักษณะพิเศษคือถ่ายทอดเรื่องราวต่าง ๆ ผ่านเรื่องเล่าจากรุ่นสู่รุ่น การบอก

เล่าเรื่องราวของมนุษย์มีขึ้นเพื่อส่งต่อองค์ความรู้เพื่อให้เผ่าพันธุ์รุ่นหลังสามารถใช้ชีวิตได้อย่างสะดวกสบายและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ยิ่งไปกว่านั้น เนื่องด้วยข้อจำกัดในการสำรวจพื้นที่ การทำความเข้าใจสัจธรรมวิทยาของโลกจึงทำให้คำอธิบายสิ่งรอบตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งปรากฏการณ์ธรรมชาติผูกพันอยู่กับเรื่องราวที่ตนเองเข้าใจได้ ประสบการณ์ที่ตนเองเคยสัมผัส เกิดเป็นเรื่องเล่าเป็นจำนวนมาก ดังที่ปรากฏในกรณีของชาวกติกดำบรรพต่าง ๆ ที่ได้รับการนำไปผูกโยงอยู่กับตำนานในแต่ละพื้นที่ โดยชาวกติกดำบรรพหลายชนิตได้ปรากฏอยู่ในเอกสารทางประวัติศาสตร์และนิทานพื้นบ้านของหลายประเทศมาเป็นเวลานานแล้วภายใต้ชื่อเรียกที่แตกต่างกัน เช่น **ดักแด่หิน** หมายถึง ชาวกติกดำบรรพมูลปลาโบราณในประเทศไทย (Laojumpon, et al., 2012) **งูหิน** ซึ่งปรากฏอยู่ทั่วทั้งยุโรป หมายถึง ชาวกติกดำบรรพแอมโมไนต์ สัตว์ในกลุ่มหอยในสมัยบรรพกาล (Taylor, 2016) **ดอกบัวศักดิ์สิทธิ์** หมายถึง รอยตีนไดโนเสาร์กินเนื้อในตำนานปรัมปราของจีน **รอยเท้าจักรพรรดิเกซาร์ (King Gesar)** ในตำนานปรัมปราของทิเบต หมายถึงรอยเท้าไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่ (Xing, Mayor, Chen, Harris, & Burns, 2011) ไปจนถึง **จักรของพระวิษณุ** ในประเทศอินเดีย หมายถึง ชาวกติกดำบรรพหอยกลุ่มแอมโมไนต์ (Geer, Dermitzakis และ de Vos, 2008) การให้ความหมายกับไดโนเสาร์หรือชาวกติกดำบรรพต่าง ๆ ดังที่กล่าวไปข้างต้นเป็นหลักฐานที่แสดงให้เห็นสิ่งที่มนุษย์ในแต่ละพื้นที่ให้ความสำคัญและให้คุณค่าได้เป็นอย่างดี เช่น เทพหรือคนที่พวกเขานับถือ ไปจนถึงสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในขนบธรรมเนียมและประเพณี ความเชื่อเหล่านี้ก่อให้เกิดวัฒนธรรมและการส่งต่อแนวคิดและความเชื่อ ตลอดจนคุณค่าบางอย่างในบางสังคมมาจนถึงปัจจุบัน เช่น งูหินที่เกิดจากแอมโมไนต์กลายไปเป็นสัญลักษณ์ของสุขภาพที่แข็งแรง จนได้รับการนำมาใช้สร้างเป็นองค์ประกอบในสถาปัตยกรรมเพื่อสื่อถึงความมั่นคงและรุ่งเรือง (Taylor, 2016)

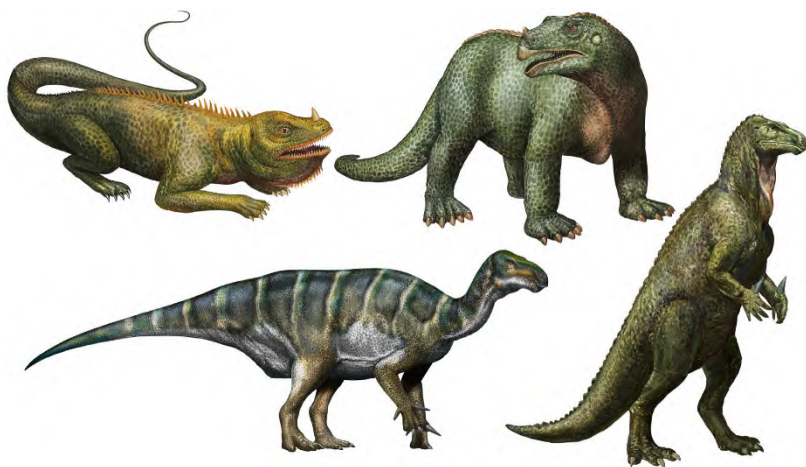


ภาพที่ 1.1 ภาพซากดึกดำบรรพ์ที่ปรากฏในเรื่องเล่าและตำนานปรัมปราต่าง ๆ
 ภาพซ้าย: ภูหินที่ถูกแกะสลักจากซากดึกดำบรรพ์หอยโบราณกลุ่ม
 แอมโมไนต์ (Taylor, 2016); ภาพขวา: รอยเท้าของไดโนเสาร์กินพืช
 ขนาดใหญ่ที่ถูกอธิบายว่าเป็นรอยเท้าของ**จักรพรรดิเกซาร์ (King**
Gesar) (Xing, Mayor, Chen, Harris, & Burns, 2011)

2. ซากดึกดำบรรพ์ในฐานะสิ่งมีชีวิตทางวิทยาศาสตร์

ในทางวิทยาศาสตร์องค์ความรู้เกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ และ ไดโนเสาร์เฟื่องฟูขึ้นในสมัยวิกตอเรียหลังจากที่ Richard Owen ได้บัญญัติ คำว่า “Dinosaur” ขึ้นเพื่อเรียกซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์ขนาดใหญ่ที่มีลักษณะ กระดูกคล้ายกิ้งก่า โดยมีรากศัพท์มาจากภาษากรีกคำว่า “deinos” ที่แปลว่า “ใหญ่จนน่าสะพรึง” และคำว่า “sauros” ซึ่งแปลว่า “สัตว์เลื้อยคลาน” ดังนั้น “Dinosaur” จึงหมายถึง “สัตว์เลื้อยคลานขนาดใหญ่ที่น่าสะพรึงกลัว” (Owen, 1842) ไดโนเสาร์ได้รับการศึกษาและจัดจำแนกชนิดด้วยวิธีทาง

อนุกรมวิธาน (taxonomy) ซึ่งเป็นวิธีการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้อธิบายและจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิตอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้ไดโนเสาร์ได้รับการจัดเป็นหนึ่งในสมาชิกของอาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) ไฟลัม สัตว์มีกระดูกสันหลัง (Phylum Chordata) ชั้น สัตว์เลื้อยคลาน (Class Reptillia) ซึ่งมีเครือ (Clad) หนึ่งที่เรียกว่า “Dinosauria” หมายถึง “สัตว์ที่มีชีวิตกลุ่มไดโนเสาร์ที่มีลักษณะเฉพาะตัวหลายประการที่สามารถจำแนกออกจากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ได้” การศึกษาไดโนเสาร์โดยใช้มุมมองในทางวิทยาศาสตร์มีประวัติความเป็นมาค่อนข้างยาวนาน โดยอิกัวโนดอน (Iguanodon) อาจนับเป็นไดโนเสาร์ชนิดแรกในโลกที่มีการศึกษาในระบบที่เป็นวิทยาศาสตร์ แม้ว่าอิกัวโนดอนตัวแรกจะมีความคล้ายคลึงกับกิ้งก่า และมีความแตกต่างจากภาพจำลองของอิกัวโนดอนในปัจจุบันอย่างที่สามารถเรียกได้ว่าเป็นสัตว์คนละชนิด เช่น กระดุกทรงกรวยแหลมถูกเปลี่ยนจากนอที่บริเวณจมูกกลายเป็นนิ้วหัวแม่มือ เนื่องจากมีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์อิกัวโนดอนที่มีกระดุกทรงกรวยแหลมติดอยู่ที่กระดุกนิ้วหัวแม่มือ ดังนั้น ตำแหน่งของกระดุกจึงได้รับการเปลี่ยนแปลงตามหลักฐานที่ค้นพบใหม่ ยิ่งไปกว่านั้น ในช่วงเวลาต่อมายังมีการนำเสนอสมมุติฐานวิวัฒนาการ การวางตัวของกระดูกสันหลังและการวางตัวของหางที่แตกต่างไปจากเดิม เนื่องจากนำหลักการด้านสรีรวิทยามาอธิบายลักษณะการยืน หรือผิวหนังก็มีความแตกต่างจากเดิมอย่างเด่นชัด การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของไดโนเสาร์อิกัวโนดอนในภาพเกิดมาจากการทำวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ที่ค่อย ๆ ตั้งสมมุติฐาน หาหลักฐาน และวางข้อสรุปใหม่ขึ้นมากเรื่อย ๆ จนปัจจุบันกลายเป็นไดโนเสาร์ที่มีรูปร่างเฉพาะดังแสดงในภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 แสดงรูปจำลองของไดโนเสาร์อิกัวโนดอนซึ่งวาดโดย Davide Bonadonna จากลักษณะคล้ายกิ้งก่า เดินสี่เท้าและมีอวัยวะคล้ายนอปรากฏอยู่เหนือจมูก กลายมาเป็นไดโนเสาร์ตัวใหญ่เดิน 2 ขา อวัยวะคล้ายนอบริเวณจมูกถูกพบว่าแท้จริงแล้วคือนิ้วหัวแม่มือ และภาพในปัจจุบัน (ล่างซ้าย) ซึ่งยืนยันว่าอวัยวะคล้ายนอแท้จริงแล้วคือหัวแม่เท้า และยังแสดงให้เห็นว่าอิกัวโนดอนเป็นไดโนเสาร์ที่สามารถเดินได้ทั้ง 2 ขา และ 4 ขาอีกด้วย (Romanoi, et al., 2016)

หากสังเกตวิธีการมองโลกและทำความเข้าใจจากดึกดำบรรพ์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการอื่นๆ จะเห็นว่าวิธีการอธิบายซากดึกดำบรรพ์ด้วยวิธีการในหัวข้อ 1.1 เป็นการแสวงหาความรู้ในลักษณะที่เป็น Authoritarian mode และ Mythical mode กล่าวคือเป็นวิธีการให้คำอธิบายที่อ้างอิงกับบริบทของสถานที่ เช่น ซากดึกดำบรรพ์แอมโมไนต์อาจได้รับการมองว่าเป็นงูหิน เมื่ออยู่ในพื้นที่ที่มีเรื่องเล่าในคัมภีร์ไบเบิล ในขณะที่ซากดึกดำบรรพ์แอมโมไนต์เช่นเดียวกันอาจได้รับการมองเป็นจักรของพระวิษณุ เมื่ออยู่ในพื้นที่ที่มีความเชื่อเกี่ยวกับศาสนาฮินดู ดังนั้นคำตอบจึงมีได้หลากหลาย

ขึ้นอยู่กับพื้นที่ ผู้คนที่วิเคราะห์ และการส่งต่อเรื่องราว ในทางกลับกัน เมื่อสังเกตวิธีการวิเคราะห์ซากดึกดำบรรพ์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific mode) จะมีการตอบคำถามเพียงคำตอบเดียวอย่างชัดเจน เมื่อมีการนำเสนอคำตอบใหม่ขึ้นมา คำตอบเดิมจะได้รับการปฏิเสธโดยไม่มีข้อกังขา ในขณะที่วิธีการอธิบายเรื่องราวของซากดึกดำบรรพ์ด้วยวิธีการอื่นๆ จะเห็นว่าคำตอบที่แสดงออกมาสามารถอธิบายได้อย่างหลากหลาย โดยคำอธิบายอาจได้รับการยอมรับโดยไม่ต้องมีการนำเสนอหลักฐานเพิ่มเติม หรือไม่จำเป็นต้องพิสูจน์เพื่อลบล้างคำอธิบายแต่อย่างใด หรืออาจกล่าวโดยสรุปอย่างง่าย ๆ ว่า การมองโลกในรูปแบบที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์เอื้อให้เกิดคำตอบที่หลากหลายมากกว่าการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ ในขณะที่วิทยาศาสตร์มุ่งค้นหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น คำตอบที่เกิดจากการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ในลักษณะข้างต้นเกิดขึ้นเนื่องมาจากวิถีคิดทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ ซึ่งผู้เขียนจะอธิบายเพิ่มเติมในหัวข้อต่อไป

อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบวิธีการมองโลกด้วยวิทยาศาสตร์และการมองโลกด้วยวิธีการอื่นๆ ที่ผู้เขียนกล่าวถึงในหนังสือเล่มนี้เป็นเพียงการนำเสนอข้อแตกต่างของวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่นเท่านั้น ไม่ได้มีความมุ่งหวังจะตัดสินว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ดีหรือไม่ดีมากกว่าวิถีคิดแบบอื่นแต่อย่างใด เนื่องจากการเลือกใช้วิถีคิดและกระบวนการได้มาซึ่งความรู้แต่ละอย่างนั้น จำเป็นต้องอาศัยวิธีการที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของข้อมูลวัตถุประสงค์ของการศึกษา และข้อจำกัดของวิถีคิดแต่ละประการ ดังนั้นการเปรียบเทียบว่าวิถีคิดใดดีกว่ากันในที่นี้จึงอาจไม่มีความจำเป็นมากนัก

1.2 ความหมายและการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การที่จะสามารถเข้าใจภาพรวม ขอบเขต และวิธีการแสวงหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น นอกจากจะเปรียบเทียบให้เห็นวิธีการมองโลกผ่านสายตาแบบวิทยาศาสตร์ผ่านกรณีศึกษาเรื่องซากดึกดำบรรพ์ดังที่นำเสนอไปข้างต้น ผู้เขียนจึงอยากจะย้อนกลับไปกล่าวถึงรากฐาน และจุดกำเนิดของความเป็นวิทยาศาสตร์ผ่านการอธิบายถึงรากศัพท์ และการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมด้วย โดยมีรายละเอียดดังนี้

เมื่อพิจารณาจากรากศัพท์จะพบว่า คำว่า “science” มีรากศัพท์มาจากคำว่า “scientia” ในภาษาละติน หมายถึง “knowledge” หรือ “ความรู้” แต่เมื่อได้รับการนำมาใช้ในบริบทที่แตกต่างกัน คำว่า “science” จะสามารถนำมาใช้ได้สองลักษณะคือ ความหมายในภาพกว้างที่หมายถึง “ศาสตร์” อันหมายรวมถึงองค์ความรู้ในสาขาต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก เช่น social science (สังคมศาสตร์) หรือ political science (รัฐศาสตร์) หรือในบางบริบทก็อาจมีความหมายในมุมที่แคบลงมาคือ หมายถึง “วิทยาศาสตร์” อันเป็น “ศาสตร์ที่มุ่งศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อค้นหาความจริงอันเป็นสากล” (general laws) ผ่านวิธีการเฉพาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การทดลอง เพื่อให้ได้มาซึ่งความจริงดังกล่าว โดยต้องมีหลักฐานที่ชัดเจนยืนยันการทดลองนั้น ๆ (วิชนะ งามจิตรเจริญ, 2560) ซึ่งคำว่า “science” ในหนังสือเล่มนี้จะหมายถึงวิทยาศาสตร์ในความหมายอย่างแคบในลักษณะที่สองเท่านั้น

เมื่อกล่าวถึงการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้คนจำนวนมากอาจคุ้นเคยกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบไปด้วยการตั้งคำถาม ตั้งสมมุติฐาน ทดลอง อภิปรายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง แต่เมื่อมองถึงที่มาที่ไปของกระบวนการดังกล่าวจะพบว่า การได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากวิธีการให้เหตุผลสำคัญ 2 ลักษณะประกอบกันเสมอ คือ

การให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย โดยมีความหมายแตกต่างกันดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) หมายถึง การพิสูจน์หรือสรุปผลโดยอ้างอิงจากประสบการณ์จำนวนมาก การสังเกตครั้งแล้วครั้งเล่า หรือการทดลองหลาย ๆ ครั้งจนได้ผลสรุปที่ออกมาคล้ายคลึงกันมากที่สุด เช่น พ่อค้าต้องการขายส้มในลังให้ลูกค้า เมื่อลูกค้าชิมส้มลูกที่หนึ่งแล้วรู้สึกว่ามันหวาน ชิมลูกที่สองแล้วก็ยังรู้สึกว่ามันมีรสชาติหวาน ชิมส้มลูกที่สามก็รู้สึกถึงรสชาติหวานเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าส้มในลังนี้น่าจะมีรสชาติหวาน

จากตัวอย่างของการให้เหตุผลแบบอุปนัยข้างต้นจะเห็นว่าวิธีการให้เหตุผลแบบนี้ให้ความสำคัญอย่างยิ่งกับการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง การให้เหตุผลเชิงอุปนัยสัมพันธ์กับการได้มา ซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งในแง่ของการให้ความสำคัญกับหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งปรากฏให้เห็นได้จากการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแง่ของการให้ความสำคัญกับการทำซ้ำ ซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำนวนมากอาศัยการทดลองหลาย ๆ ครั้งเพื่อหาผลเฉลี่ยของข้อมูลเช่นเดียวกัน

นอกจากการให้เหตุผลเชิงอุปนัยจะเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในแง่ของการให้ความสำคัญกับการทำซ้ำแล้ว ยังสอดคล้องกับการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งเป็นสิ่งที่วิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญเช่นเดียวกัน ดังนั้น การให้เหตุผลเชิงอุปนัยจึงมีความสัมพันธ์กับการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมาก

2. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (deductive reasoning) หมายถึง การให้เหตุผลโดยสังเกตจากข้อสรุปที่สอดคล้องหรืออยู่ภายใต้ขอบเขตที่กำหนด

ไว้ การให้เหตุผลแบบนิรนัยจะมีการกำหนดสิ่งที่เป็นความจริงเอาไว้ก่อน จากนั้นจึงสังเกตข้อสรุปว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ อย่างไร โดยขอบเขตที่กำหนดไว้ในที่นี้อาจหมายถึง ข้อตกลง กฎ หรือบทนิยามซึ่งเป็นสิ่งที่รู้มาก่อนหน้านี้ ตัวอย่างการให้เหตุผลแบบนิรนัย เช่น

เหตุ 1. มนุษย์ทุกคนต้องการพักผ่อน (ข้ออ้างหลัก)

2. สมชายเป็นมนุษย์ (ข้ออ้างย่อย)

ผล สมชายต้องการพักผ่อน (ข้อสรุป)

หรือ

เหตุ 1. 1 คือ เลขที่หารกับเลขตัวใดก็ได้จะได้อำนาจเท่ากับเลขตัวนั้น (ข้ออ้างหลัก)

2. A หาร 3 ได้เท่ากับ 3

ผล A เท่ากับเลข 1

ความเป็นนิรนัยมีความสัมพันธ์กับการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแง่ที่ว่าวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบสมมติฐานหรือทฤษฎีบางประการที่ตั้งเอาไว้ก่อนจะทำการทดลอง และสร้างข้อสรุปผลการศึกษาเพื่อยืนยันความถูกต้องของสมมติฐาน เมื่อมองจากมุมของการให้เหตุผลเชิงนิรนัยจะเห็นว่าการตั้งสมมติฐานหรือทฤษฎีเปรียบได้กับการกำหนดสิ่งที่เป็นความจริง (ข้ออ้างหลัก) ในการให้เหตุผลแบบนิรนัยเอาไว้ก่อน จากนั้นจึงทำการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสมมติฐานดังกล่าว ดังนั้นการให้เหตุผลแบบนิรนัยจึงนับเป็นรากฐานที่สำคัญของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน

จากตัวอย่างของการให้เหตุผลทั้งสองลักษณะข้างต้นจะเห็นว่าการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช้ทั้งการให้เหตุผลเชิงนิรนัยและ

อุปนัยควบคู่กันไปเสมอ (ลือชา ลดาชาติ, 2561: 94-107) ข้อค้นพบที่ตั้งขึ้นจากสมมุติฐานซึ่งเป็นการให้เหตุผลเชิงนิรนัยจึงถูกตรวจสอบความสมเหตุสมผลจากการทดลองและเก็บข้อมูลเชิงประจักษ์จำนวนมากด้วยวิธีการให้เหตุผลเชิงอุปนัย หลักฐานจำนวนมากที่เก็บมาได้จะเกิดเป็นข้อสรุปใหม่ ซึ่งข้อสรุปใหม่นี้จะได้รับการนำไปทดสอบซ้ำด้วยนักวิทยาศาสตร์คนใหม่หรือนักวิทยาศาสตร์คนเดิมไปเรื่อย ๆ จนได้ข้อสรุปที่สามารถเข้าใจความจริงแท้ที่นักวิทยาศาสตร์ค้นหามากที่สุด เส้นทางที่ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงค่อยเป็นค่อยไป และเต็มไปด้วยการทดสอบซ้ำแล้วซ้ำเล่าเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ

1.3 วิทยาศาสตร์ในเส้นทางประวัติศาสตร์โดยสังเขป

แม้ว่าวิธีคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่รู้จักกันในปัจจุบันจะเพิ่งเกิดขึ้นอย่างจริงจังในราวศตวรรษที่ 17 แต่วิธีคิดทางวิทยาศาสตร์ก็ไม่ได้เกิดขึ้นในโลกในลักษณะที่จู่ ๆ ก็ถือกำเนิดขึ้น หากแต่มีการต่อยอดจากวิธีคิดดั้งเดิมของมนุษย์มาเรื่อย ๆ ในเส้นทางประวัติศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจวิธีคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ผู้เขียนจึงขออธิบายวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในเส้นทางประวัติศาสตร์ตั้งแต่ต้นจนถึงปัจจุบัน โดยแบ่งยุคสมัยทางประวัติศาสตร์ตามแนวคิดของ ศุภวิทย์ ถาวรบุตร (2562: 20-394) ซึ่งอ้างอิงยุคสมัยโดยพิจารณาจากอารยธรรมตะวันตกที่มีการปรากฏของหลักฐานทางโบราณคดีในหลายพื้นที่ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิทยาศาสตร์สมัยอารยธรรมตะวันตกโบราณ

เมื่อสังเกตวิธีการดำรงชีวิตของมนุษย์นับตั้งแต่มนุษย์เริ่มอยู่กันเป็นสังคมยุคหินในช่วงประมาณ 2 ล้านปีก่อน มาจนถึงช่วงที่อารยธรรมโบราณทั้งหลาย เช่น อารยธรรมเมโสโปเตเมีย และอารยธรรมอียิปต์ถือกำเนิดขึ้นจะ

เห็นได้อย่างชัดเจนว่ามนุษย์เริ่มมีการอยู่ร่วมกันเป็นสังคมมากยิ่งขึ้น ผู้คนในสังคมมีหน้าที่เฉพาะของตนเองตามบทบาทที่สังคมมอบให้ แม้มนุษย์ในช่วงเวลาดังกล่าวจะผูกติดความคิดของตนกับปรากฏการณ์ธรรมชาติว่ามีที่มาจาก การกำหนดของสิ่งลึกลับเหนือธรรมชาติที่ไม่อาจอธิบายได้ แต่มนุษย์ในช่วงเวลานั้นก็เริ่มมีระบบสังคมที่เข้มแข็ง ทั้งยังเริ่มมีการลองผิดลองถูกในการสร้างเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อช่วยให้สามารถใช้ชีวิตได้สะดวกมากยิ่งขึ้น เช่น การสร้างเครื่องมือหินที่มีความคม และสามารถเฉือนเนื้อได้ง่ายขึ้น เมื่อสังเกตจาก พัฒนาการของเครื่องมือหินจะพบว่าเครื่องมือหินในแต่ละยุคมีความเปลี่ยนแปลงทั้งในแง่รายละเอียดในการสร้าง และการเลือกชนิดของหินที่มีความคมสามารถเฉือนเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

พัฒนาการของเครื่องมือหินบ่งชี้ถึงทักษะการสังเกต และการลองผิดลองถูก หรือการทดลองของมนุษย์ที่สามารถสร้างเครื่องมือหินที่มีศักยภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ เมื่อเข้าสู่ช่วงอารยธรรมอียิปต์และเมโสโปเตเมียยังเริ่มมีการเพาะปลูกพืชสำหรับกินเป็นอาหารอย่างเป็นระบบ ความสามารถในการเพาะปลูกของมนุษย์แสดงให้เห็นถึงทักษะการสังเกตความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ การเกิดขึ้นของฤดูกาลต่าง ๆ นอกจากนี้ยังสามารถเข้าใจสาเหตุ และปัจจัยที่ทำให้พืชเติบโตจากการสังเกตจากรุ่นสู่รุ่น

ทักษะการสังเกต และการพยายามค้นหาสาเหตุของสิ่งต่าง ๆ นับเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าเมื่อมองในมุมประวัติศาสตร์แล้ว ทักษะทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่นับได้ว่าติดตัวมนุษย์มาตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษ ในขณะที่ทักษะการทดลองหรือการลองผิดลองถูกก็เป็นอีกหนึ่งทักษะสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ตั้งแต่ต้นแล้วเช่นกัน เพียงแต่ยังไม่ได้รับการจัดการให้เป็นระบบในลักษณะที่วิทยาศาสตร์ปัจจุบันยอมรับเท่านั้น

วิทยาศาสตร์สมัยคลาสสิก

ในโลกตะวันตกยุคคลาสสิกมักหมายถึงช่วงเวลาที่ยุโรปโบราณและกรีกและโรมันเรืองอำนาจ ช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่มีมนุษย์ในซีกโลกตะวันตก โดยเฉพาะในกลุ่มอารยธรรมกรีกให้ความสำคัญกับการแสวงหาความรู้ด้วยการพูดคุยและถกเถียงอย่างจริงจัง สำนักต่าง ๆ ถูุกำเนิดขึ้นเพื่ออธิบายเรื่องราวเป็นจำนวนมากที่เกิดขึ้นในธรรมชาติโดยยึดโยงอยู่กับความเป็นเหตุและผล อาจกล่าวได้ว่าวิชาปรัชญาได้ถือกำเนิดขึ้นในช่วงเวลานี้ก็ว่าได้ ในอารยธรรมกรีกและโรมันปรากฏการณ์ธรรมชาติและความเชื่อต่าง ๆ ที่เคยได้รับการผูกโยงเข้ากับสิ่งลึกลับในยุคโบราณยังคงทำงานกับความคิดมนุษย์อย่างเหนียวแน่น ในช่วงเวลาดังกล่าวนักปราชญ์สำนักต่าง ๆ มักจะมีวิธีการให้คำอธิบายกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติอย่างสมเหตุสมผล และกล่าวอธิบายสรรพสิ่งในธรรมชาติมากยิ่งขึ้น เช่น อธิบายอนุภาคพื้นฐานในธรรมชาติว่าเกิดขึ้นจากธาตุทั้งสี่หรือมีหน่วยย่อยเล็ก ๆ ที่เรียกว่าอะตอมเป็นองค์ประกอบของสรรพสิ่ง แทนที่จะอธิบายอย่างง่าย ๆ ว่าเกิดมาจากการรังสรรค์ของพระเจ้าเท่านั้น

ยิ่งไปกว่านั้นยังเริ่มให้ความสำคัญกับหลักฐานเชิงประจักษ์ การตรวจสอบความถูกต้องด้วยการถกเถียง และเริ่มให้ความสำคัญกับหลักเหตุผล นิยมที่มุ่งอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้คำอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ มีรูปแบบ สามารถทำความเข้าใจ และสามารถคาดเดาคำตอบ หรือความต่อเนื่องของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้หากพิจารณาจากหลักเหตุและผล

การให้ความสำคัญกับการตั้งคำถาม การถกเถียง การอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้เหตุผล และคณิตศาสตร์นับเป็นหลักการสำคัญที่ต่อมากลายเป็นแนวคิดสำคัญของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบัน ช่วงเวลานี้จึงอาจถือได้ว่าเป็นช่วงเวลาแรก ๆ ที่เริ่มมีการบ่มเพาะแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ขึ้นในประวัติศาสตร์โลก

วิทยาศาสตร์ในสมัยกลาง

เมื่อโลกตะวันตกเข้าสู่ยุคกลาง แนวคิดแนวเหตุผลนิยม และความสนใจเรื่องธรรมชาติวิทยาของนักปราชญ์ในอารยธรรมกรีกเริ่มลดความสำคัญลง เนื่องจากจักรวรรดิโรมันที่เริ่มเรืองอำนาจต่อจากอารยธรรมกรีกให้ความสนใจกับความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นพลเมืองกับรัฐ หน้าที่พลเมือง และกฎหมาย ซึ่งเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตของผู้คนอย่างเป็นรูปธรรม แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ธรรมชาติไม่ได้เฟื่องฟูนักในยุคสมัยนี้ แต่องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น สถาปัตยกรรม การชลประทาน การเดินเรือที่ช่วยในการขยายอำนาจของรัฐมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วมากขึ้น การที่รัฐมุ่งขยายอำนาจ การจัดบทบาทของผู้คนในสังคมกลุ่มต่างๆ เช่น กลุ่มขุนนาง กลุ่มชาวบ้าน และให้ความสำคัญกับการกำหนดแนวทางในการใช้ชีวิตของพลเมืองอย่างชัดเจน ทำให้ศาสนจักรหรือสถาบันทางศาสนาเข้ามามีบทบาทเป็นเข็มทิศในการดำเนินชีวิตของมนุษย์แต่ละคน ทำหน้าที่จัดระเบียบสังคมให้เป็นรูปธรรม และเป็นระเบียบเรียบร้อยมากยิ่งขึ้น ศาสนจักรในช่วงเวลานั้นจึงทำหน้าที่อย่างกว้างขวาง และพยายามหลอมรวมกับทุกภาคส่วนของสังคม รวมทั้งหลอมรวมเข้ากับคำอธิบายที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ ด้วย เช่น แทนที่จะมุ่งทำความเข้าใจ และจำแนกแยกแยะองค์ประกอบที่ประกอบกันขึ้นจนทำให้เกิดสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติ เช่น จากที่สนใจเรื่องอนุภาคและแร่ธาตุ เปลี่ยนมาสนใจเรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในสังคมผ่านความเชื่อที่ว่าพระเจ้าเป็นผู้กำหนดทุกสิ่ง (determinism) และเชื่อมโยงสิ่งมีชีวิตทุกชนิดเอาไว้ด้วย ในที่นี้ “Great chain of being” หมายถึงสายโซ่ขนาดใหญ่ว่าเชื่อมสิ่งมีชีวิตทุกชนิดไว้ด้วยกันในลักษณะที่เป็นลำดับชั้น สิ่งมีชีวิตที่อยู่ได้รับการกำหนดให้วางไว้อย่างไรพระเจ้าจะมีลำดับชั้นที่สูงกว่าสิ่งมีชีวิตลำดับถัดๆ ลงไป ความแตกต่างอย่างเป็นลำดับชั้นเช่นนี้เกิดขึ้นมาจากการที่พระเจ้าลิขิตให้สิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นมามีความแตกต่างกัน ดังนั้น

สิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะมนุษย์แต่ละคนจึงเกิดมาพร้อมกับหน้าที่และบทบาทว่าใครจะเป็นผู้ปกครอง ใครจะเกิดมาเป็นผู้ใต้ปกครอง สถานภาพเหล่านี้เป็นสิ่งที่แน่นอนไม่มีวันเปลี่ยนแปลง

การกำหนดสถานภาพทางสังคมอย่างชัดเจนดำเนินไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงช่วงปลายยุคกลางที่ผู้คนเริ่มยึดติดกับขนบธรรมเนียม และการกำหนดสถานภาพในสังคม ยิ่งไปกว่านั้น เทคโนโลยีการเดินทางเร็ว และสิ่งประดิษฐ์ในช่วงเวลานั้นยังเริ่มเฟื่องฟูมากยิ่งขึ้น ผู้คนเริ่มออกเดินทางและได้สัมผัสความเชื่อเป็นจำนวนมากในพื้นที่อื่น ๆ ของโลก สุดท้ายมนุษย์ในช่วงเวลานั้นจึงเริ่มตั้งคำถามกับความเชื่อและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติลักษณะต่าง ๆ จนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิธีคิดในกลุ่มมนุษยชาติ และเดินทางเข้าสู่ยุคสมัยแห่งการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ในที่สุด

ยุคสมัยแห่งการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์

ยุคปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์นับเป็นช่วงเวลาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเกิดขึ้นของวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ ซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์ที่คนทั่วไปคุ้นเคยกันเป็นอย่างดีในปัจจุบัน การเกิดขึ้นของยุคปฏิวัติวิทยาศาสตร์เป็นผลพวงที่สืบเนื่องมาจากสิ่งที่เกิดขึ้นในช่วงปลายยุคกลาง ที่ผู้คนเริ่มตั้งคำถามกับระบบชนชั้นและสถานภาพทางสังคมที่อาจไม่สอดคล้องกับฐานะทางเศรษฐกิจของตนเองในขณะนั้น เช่น พ่อค้าบางคนอาจเกิดในตระกูลที่ไม่สูงมากนัก แต่มีฐานะทางการเงินค่อนข้างดีก็ย่อมไม่พอใจระบอบที่กำหนดสถานะทางสังคมมาตั้งแต่กำเนิดมากนัก ประกอบกับช่วงเวลานั้นเทคโนโลยีในการเดินทางที่พัฒนาขึ้นอย่างมาก ทำให้ผู้คนได้มีโอกาสเห็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากดินแดนต่าง ๆ ทั่วโลก จนเกิดเป็นการถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคโนโลยีและแนวคิดต่าง ๆ รวมถึงปรัชญากรีกก็เริ่มได้รับการนำกลับมาถวิลถึงในช่วงเวลานั้นด้วย